

УДК 004.71

О. Мишковець, старший викладач, А. Буда

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВИЯВЛЕННЯ ТА ВИМІРЮВАННЯ БАГАТОЧАСТОТНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

У даній роботі розглянуто багаточастотні сигнали в радіолокації та основні принципи їх вимірювання та виявлення.

Ключові слова: багаточастотні радіолокаційні сигнали, радіолокація, радіолокаційна станція, багаточастотная радіолокація.

O. Myshkovets, A. Buda

IDENTIFICATION AND MEASUREMENT OF MULTIFREQUENCY RADAR SIGNALS

In this paper, multifrequency signals in radar and the main principles of their measurement and detection are considered.

Keywords: multi-frequency radar signals, radar, radar, multi-frequency radar.

В даний час в радіолокаційних, навігаційних і метеорологічних радіотехнічних системах виявлення і вимірювання параметрів відбитого сигналу, а також поліпшення характеристик радіолокаційних станцій (РЛС) є традиційним і в той же час актуальним завданням, що стоїть при розробці сучасних РЛС. Велике значення даної проблеми пов'язано з ростом вимог, висунутих до таких РЛС, та збільшенням кількості завдань які можна одночасно виконувати в різних режимах роботи. При цьому до таких багатофункціональних РЛС можуть пред'являтися суперечливі вимоги, які важко виконати в рамках звичайних одноканальних систем. Рішенням даного питання є перехід до багатоканальних систем, одними з яких є багаточастотні РЛС. [1]

Випромінювання багаточастотного сигналу в РЛС можна здійснювати двома способами. Перший це частотно-багатоканальні станції, в яких основні показники визначені сукупністю дії всіх частотних каналів. У таких РЛС випромінювання на декількох частотах здійснюється в межах однієї і тієї ж діаграми направленості. У другому випадку кожна складова багаточастотного сигналу випромінюється в межах самостійної діаграми направленості, яка зміщена в просторі одна відносно одної. Такі частотно-багатопробіжні РЛС, як правило, використовуються для створення діаграм направленості складної форми і не є багатоканальними. [2]

В частотно-багатоканальних РЛС є декілька передавачів, які працюють на різних несучих частотах f_1, f_2, \dots, f_L (рис. 1), та запускаються спільним синхронізуючим пристроєм. Високочастотні коливання після хвильового суматора підводяться до опромінювача дзеркальної антени і випромінюються в межах однієї діаграми направленості. Прийняті сигнали окремо обробляються в n приймачах з подальшим сумуванням результатів обробки.

Таким чином, багаточастотний сигнал, що випромінюється в межах однієї діаграми направленості, може бути сформований на основі швидкої зміни несучої частоти РЛС, або шляхом одночасного випромінювання сигналів з різними несучими частотами. Вибір способу формування багаточастотного сигналу, а також характер флуктуацій відбитих від об'єкта сигналів, розподіл потужності між частотними каналами, кількість несучих частот, інтервали між каналами і спосіб обробки відбитих сигналів є основними факторами, що визначають рівень покращення характеристик РЛС.



Рис. 1. Структурна схема частотно-багатоканальної РЛС.

Однчасне випромінювання сигналів з різними несучими частотами може бути забезпечено при використанні в передавальному пристрої багаточастотного автогенератора.

Розрізняють три основних типи багаточастотних автогенераторів:

- з використанням гармонік основної частоти;
- з довільним співвідношенням власних частот контурів;
- із зворотним зв'язком з затримкою.

Крім цього, можливі багаточастотні автогенератори, що представляють собою різні комбінації зазначених вище основних типів. Особливий інтерес, з точки зору використання багаточастотних сигналів в радіолокації, представляє третій тип багаточастотних автогенераторів - з зворотним зв'язком із затримкою, що генерує коливання зі спектром частот навколо основної частоти. У дециметровому і сантиметровому діапазонах хвиль такі багаточастотні автогенератори можуть бути створені на лампах біжучої хвилі, або зворотної хвилі з внутрішнім (через уповільнюючу систему), або зовнішнім зворотнім зв'язком. Ще одним із способів одночасного формування сигналів з різними несучими частотами може бути синтез частот. У багаточастотних передавальних пристроях застосовується пасивний метод генерування частот, заснований на використанні тільки генераторів гармонік, змішувачів і фільтрів [1]

Для підвищення точності вимірювання можна використовувати вимірювач, що здійснює одноканальне когерентне оброблення відбитих сигналів [4]. Структурна схема такого вимірювача когерентно-імпульсних сигналів зображена на рис 2. Одноканальне когерентне накопичення вхідних відліків здійснюється на основі блоку затримки за період повторення T , блоку комплексного спряження БС, комплексного помножувача КП та міжперіодного накопичувача Н. Крім того схема містить обчислювач фази ОФ, обчислювальний модуль ОМ і пороговий блок ПБ.

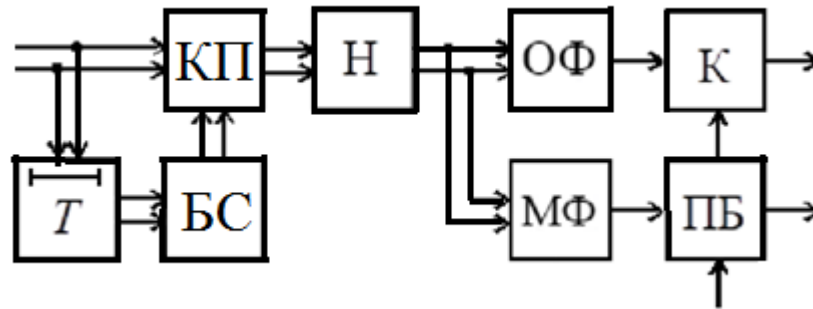


Рис. 2. Структурна схема вимірювача когерентно-імпульсних сигналів

Основними перевагами запропонованої системи для виявлення та вимірювання багаточастотних сигналів, є:

- можливість виявлення об'єкта за результатами спільної обробки відбитих сигналів, що відповідають різним несучим частотам;
- одноканальне когерентне накопичення, що дозволяє істотно спростити технічну реалізацію побудови системи виявлення, в порівнянні з традиційними багатоканальними системами, і відкриває можливість вимірювання радіальної швидкості об'єкта (цілі);
- можливість однозначного визначення радіальної швидкості об'єкта за результатами спільної обробки бази даних обчислень частотних каналів в багаточастотних когерентно-імпульсних РЛС одночасного випромінювання, які працюють в режимі високої шпаруватості.

Висновок. Проведено аналіз існуючих систем виявлення та вимірювання багаточастотних радіолокаційних сигналів.

Найбільший ефект від багаточастотної радіолокації досягається при статистично незалежних сигналах, які відповідають різним несучим частотам. Фізично це пояснюється тим, що в даному випадку відповідні їм максимуми діаграм вторинного випромінювання, від об'єкта, зміщені один відносно одного. Це призводить до зменшення порізаності сумарної (еквівалентної) діаграми вторинного випромінювання і відносної величини флуктуацій відбитого сигналу, завдяки чому підвищуються дальність дії РЛС і надійність виявлення об'єкту. Необхідною (але не достатньою) умовою статистичної незалежності відбитих сигналів є ортогональність відповідних складових зондуючого сигналу

Література

1. Вишин Г. М. Многочастотная радиолокация. М.: Воениздат, 1973. 92 с.
2. Григорин-Рябов В. В. Радиолокационные устройства. М.: Сов. радио, 1970.
3. Вопросы статистической теории радиолокации. Т. 1 / П. А. Бакут, И. А. Большаков, Б. М. Герасимов и др.; Под ред. Г. П. Тартаковского. М.: Сов. радио, 1963. 424 с.
4. Теоретические основы радиолокации / Я. Д. Ширман, В. Н. Голиков, И. Н. Бусыгин и др.; Под ред Я. Д. Ширмана. М.: Сов. радио, 1970. - 560 с.
5. Бакулев П. А., Степин В. М. Методы и устройства селекции движущихся целей. М.: Радио и связь, 1986. 288 с.
6. Ширман Я. Д. и Манжос В. Н. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех. М.: Радио и связь, 1981. - 416 с.